

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>7</sup> :

H04B 7/26, H04L 27/227

A1

(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/65752

(43) Internationales

Veröffentlichungsdatum:

2. November 2000 (02.11.00)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/01231

(22) Internationales Anmeldedatum: 19. April 2000 (19.04.00)

(30) Prioritätsdaten:

199 18 373.2

22. April 1999 (22.04.99)

DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2,  
D-80333 München (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): RITTER, Gerhard [DE/DE];  
Mühlweg 1, D-86943 Thaining (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-  
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, D-80506 München  
(DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, JP, KR, US, europäisches  
Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR,  
IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

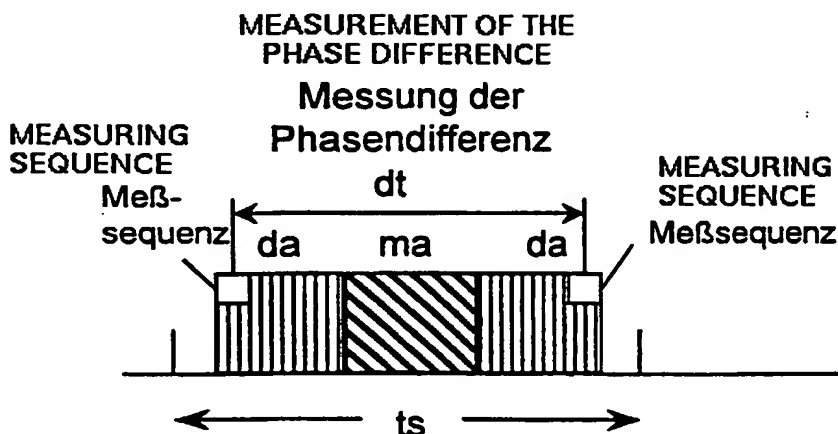
Veröffentlicht

Mit internationalem Recherchenbericht.

Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen  
eintreffen.

(54) Title: CORRECTION OF FREQUENCY ERRORS IN SUBSCRIBER STATIONS

(54) Bezeichnung: KORREKTUR VON FREQUENZFEHLERN IN TEILNEHMERSTATIONEN



(57) Abstract

According to the inventive method for synchronizing the frequencies of subscriber stations of a radio communications system, the subscriber station is connected to a base station via a radio interface. The subscriber station receives at least two separate measuring sequences of the base station and evaluates them, whereby the subscriber station knows the temporal interval of both measuring sequences. A phase difference between the two measuring sequences is determined and a variance in frequency is derived from this phase difference. It is thus possible to readjust a standard frequency based on the variance in frequency.

### (57) Zusammenfassung

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Frequenzsynchronisation von Teilnehmerstationen eines Funk-Kommunikationssystems ist die Teilnehmerstation über eine Funkschnittstelle mit einer Basisstation verbunden. Die Teilnehmerstation empfängt zumindest zwei getrennte Meßsequenzen der Basisstation und wertet sie aus, wobei die Teilnehmerstation den zeitlichen Abstand der zwei Meßsequenzen kennt. Es wird eine Phasendifferenz zwischen den zwei Meßsequenzen bestimmt und aus der Phasendifferenz eine Frequenzabweichung ermittelt. Somit kann basierend auf der Frequenzabweichung eine Frequenznormale nachgeregelt werden.

### LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbajdschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

## Beschreibung

## Korrektur von Frequenzfehlern in Teilnehmerstationen

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Frequenzsynchronisation von Teilnehmerstationen eines Funk-Kommunikationssystems und eine derartig ausgebildete Teilnehmerstation.

10 In Funk-Kommunikationssystemen werden Daten (beispielsweise Sprache, Bildinformation oder andere Daten) mit Hilfe von elektromagnetischen Wellen über eine Funkschnittstelle übertragen. Die Funkschnittstelle bezieht sich auf eine Verbindung zwischen einer Basisstation und Teilnehmerstationen, wobei die Teilnehmerstationen Mobilstationen oder ortsfeste  
15 Funkstationen sein können. Das Abstrahlen der elektromagnetischen Wellen erfolgt dabei mit Trägerfrequenzen, die in dem für das jeweilige System vorgesehenen Frequenzband liegen. Für zukünftige Funk-Kommunikationssysteme, beispielsweise das UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oder andere  
20 Systeme der 3. Generation, sind Frequenzen im Frequenzband von ca. 2000 MHz vorgesehen.

In Funk-Kommunikationssystemen sind nur sehr geringe Frequenzabweichungen zwischen Basisstation und Teilnehmerstation  
25 zulässig, um die Wahrscheinlichkeit von Detektionsfehlern gering zu halten. Während die Basisstation eine sehr hohe Frequenzgenauigkeit relativ einfach erreichen kann, sind für die Teilnehmerstationen aus Gründen der Kosten, der Größe und des Stromverbrauch Frequenzabweichungen unvermeidbar. Diese  
30 Frequenzabweichungen sollen durch eine Frequenzsynchronisation der Teilnehmerstationen auf die Basisstation auf einen ausreichend kleinen Restversatz reduziert werden.

Im GSM-Mobilfunksystem (GSM global system for mobile communication) ist eine Frequenzkorrektur durch Auswertung eines  
35 eigenen Funkblocks der Basisstation zur Bestimmung des Frequenzfehlers durch die Mobilstation bekannt. Nach J.Ebers-

pächer, H.-J.Vogel, „GSM Global System for Mobile Communication“, Teubner Verlag, 1997, S.83-84, entspricht dieser Funkblock einem unmodulierten Träger mit festem Abstand über der Trägerfrequenz. Der Meßbereich ist damit vorgeben und die  
5 Meßgenauigkeit kann nur durch eine entsprechend aufwendigere Auswerteschaltung in den Mobilstationen erhöht werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Frequenzsynchronisation von Teilnehmerstationen anzugeben,  
10 das die Ressourcen der Funkschnittstelle gut nutzt und eine genaue Frequenzsynchronisation ermöglicht. Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 und die Teilnehmerstation mit den Merkmalen des Anspruchs 13 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteran-  
15 sprüchen zu entnehmen.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Frequenzsynchronisation von Teilnehmerstationen eines Funk-Kommunikationssystems ist die Teilnehmerstation über eine Funkschnittstelle mit einer  
20 Basisstation verbunden. Die Teilnehmerstation empfängt zumindest zwei getrennte Meßsequenzen der Basisstation und wertet sie aus, wobei die Teilnehmerstation den zeitlichen Abstand der zwei Meßsequenzen kennt. Es wird eine Phasendifferenz zwischen den zwei Meßsequenzen bestimmt und aus der Phasendifferenz eine Frequenzabweichung ermittelt. Somit kann ba-  
25 sierend auf der Frequenzabweichung eine Frequenznormale nachregelt werden.

Solche Meßsequenzen können kurz sein und auch sehr häufig  
30 gesendet werden, damit werden kaum funktechnische Ressourcen gebunden und für die Differenzbildung ergeben sich vielfältige Möglichkeiten, die zu einer schnellen und sehr genauen Frequenzsynchronisation führen.

35 Nach vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung entsprechen die Meßsequenzen Mittambeln innerhalb von Funkblöcken bzw. Pilotsignale oder Teile davon, wobei die Mittambeln bzw.

Pilotsignale zur Kanalschätzung vorgesehen sind. Alternativ werden die Meßsequenzen zusätzlich zu Mittambeln bzw. Pilot-signalen gesendet. Beides kann auch miteinander kombiniert werden. Mittambeln oder Pilotsignale werden für die Kanal-  
5 schätzung regelmäßig gesendet und sind mit ihrer Signalform den Teilnehmerstationen bekannt. Eine Auswertung für die Frequenzsynchronisation bedeutet keinen zusätzlichen Ressourcenbedarf. Zusätzliche Meßsequenzen können die Frequenzsyn-  
10 chronisation durch eine größere Anzahl von Meßpunkten auch an den Stellen ergänzen oder ersetzen, an denen normalerweise keine Mittambeln bzw. Pilotsignale gesendet werden.

Nach weiteren vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung werden die Phasendifferenz zwischen aufeinanderfolgenden  
15 Meßsequenzen oder nicht aufeinanderfolgenden Meßsequenzen bestimmt werden. Je größer der Abstand der Meßsequenzen, umso höher ist die Meßgenauigkeit für die Phasendifferenz. Je kleiner der Abstand, um so größer ist der Meßbereich.

20 Für die Frequenzsynchronisation einer Teilnehmerstation ist es daher von Vorteil, wenn zuerst eine Messung mit großem Meßbereich und anschließend in einem weiteren Schritt eine Messung mit hoher Meßgenauigkeit durchgeführt wird. Ein ite-  
25 ratives Verfahren findet eindeutig und mit hoher Genauigkeit des richtige Frequenz. Während des Betriebs der Teilnehmerstation kann die Frequenzsynchronisation vorteilhafterweise zyklisch wiederholt werden.

Die Anordnung der Meßsequenzen in den Signalen der Basissta-  
30 tion kann den Erfordernissen an Meßbereich und -genauigkeit angepaßt werden. Vorteilhafte Möglichkeiten sind:  
für eine funkblockartige Übertragung sind die Meßsequenzen zu Beginn und Ende des Funkblocks angeordnet,  
für eine kontinuierliche Übertragung sind die Meßsequenzen zu  
35 Beginn und Ende eines datentragenden Abschnitts angeordnet.

Bei Mobilfunkanwendung muß mit einer Mehrwegeausbreitung der Signale gerechnet werden. Somit sind im Empfangssignal bei der Teilnehmerstation zu Beginn des Empfangs der Meßsequenzen noch Einflüsse vorangegangener Signalanteile wirksam und  
5 überlagern die Meßsequenz. Um die Meßgenauigkeit zu erhöhen ist es vorteilhaft, daß der Beginn der Meßsequenzen für die Phasendifferenzbestimmung nicht berücksichtigt wird, sondern erst die Teile der Meßsequenzen, die nach Ablauf einer Umweg-  
laufzeit eintreffen.

10

Nach einer weiteren Ausbildung der Erfindung werden die bestimmten Phasendifferenzen vor der Ermittlung der Frequenzabweichung gemittelt. Bei der Bestimmung des Mittelwertes und der Varianz der Differenzen erhält man zusätzlich ein Maß für  
15 die Zuverlässigkeit der Meßwerte.

20

Das erfindungsgemäße Verfahren kann vorteilhafterweise in Funk-Kommunikationssystemen mit CDMA-Teilnehmerseparierung (CDMA code division multiple access) sowohl im FDD- als auch  
im TDD-Modus (FDD frequency division duplex, TDD time division duplex) eingesetzt werden. Ein Einsatz in einem Funk-Kommunikationssystem mit einer Funkschnittstelle nach einem  
TDD-Übertragungsverfahren mit einer TD-CDMA-Teilnehmerseparierung (TD-CDMA time division CDMA) und ggf. richtungsselektivem Abstrahlungsdiagramm der Antennen ist besonders vor-  
25 teilhaft. Um die Vorteile der flexiblen Kapazitätserhöhung (soft capacity) durch Zuweisung zusätzlicher Codes oder eine Veränderung des Spreizfaktors zu nutzen, sind die Frequenzbänder breitbandig und die Datenanteile sind mit einem teil-  
30 nehmer- bzw. kanalindividuellen Spreizkode gespreizt.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert.

35

Dabei zeigen

Fig 1 ein Blockschaltbild eines Mobilfunknetzes,

- Fig 2 eine schematische Darstellung der Kanalstruktur des TDD- und FDD-Übertragungsverfahrens,  
Fig 3 eine Phasendifferenzmessung anhand der Abwärtsrichtung des TDD-Übertragungsverfahrens,  
5 Fig 4 Meßsequenzen bei einer funkblockartigen Übertragung,  
Fig 5 Meßsequenzen bei einer kontinuierlichen Übertragung, und  
Fig 6 ein Blockschaltbild einer Teilnehmerstation.

10 Das in Fig 1 dargestellte Funk-Kommunikationssystem entspricht in seiner Struktur einem bekannten GSM-Mobilfunknetz, das aus einer Vielzahl von Mobilvermittlungsstellen MSC besteht, die untereinander vernetzt sind bzw. den Zugang zu einem Festnetz PSTN herstellen. Weiterhin sind diese Mobil-  
15 vermittlungsstellen MSC mit jeweils zumindest einem Basisstationscontroller BSC verbunden. Jeder Basisstationscontroller BSC ermöglicht wiederum eine Verbindung zu zumindest einer Basisstation BS. Eine solche Basisstation BS ist eine Funkstation, die über eine Funkschnittstelle eine Funkverbin-  
20 dung zu Teilnehmerstationen, z.B. Mobilstationen MS, aufbauen kann.

In Fig 1 sind beispielhaft drei Funkverbindungen zur Übertragung von Nutzinformationen und Signalisierungsinformationen  
25 zwischen drei Mobilstationen MS und einer Basisstation BS dargestellt, wobei einer Mobilstation MS zwei Datenkanäle DK1 und DK2 und den anderen Mobilstationen MS jeweils ein Datenkanal DK3 bzw. DK4 zugeteilt sind. Jeder Datenkanal DK1..DK4 repräsentiert ein Teilnehmersignal.

30 Ein Operations- und Wartungszentrum OMC realisiert Kontroll- und Wartungsfunktionen für das Mobilfunknetz bzw. für Teile davon. Die Funktionalität dieser Struktur wird vom Funk-Kommunikationssystem nach der Erfindung genutzt; sie ist jedoch  
35 auch auf andere Funk-Kommunikationssysteme übertragbar, in denen die Erfindung zum Einsatz kommen kann.

Ein Übertragungskanal wird durch Chipfolge, dem Spreizkode charakterisiert. Ein bestimmter Spreizkode wird für einen Übertragungskanal verwendet und ist damit kanalindividuell. Ein Übertragungskanal wird weiterhin durch eine Trägerfrequenz und bei TDD-Modus zusätzlich durch einen Zeitschlitz bezeichnet. Es wird angenommen, daß ein erster Teil der Mobilstationen MS Sprachinformationen überträgt und ein zweiter Teil der Mobilstationen MS Paketdaten überträgt.

Fig 2 zeigt die Funkschnittstelle zwischen Basisstation BS und Mobilstation MS in beiden Übertragungsverfahren. Die Übertragung in den unterschiedlichen Frequenzbänder FB1, FB2, FB3 ist untereinander synchronisiert. Dabei werden breitbandige Frequenzbänder mit z.B.  $B = 1,6$  oder 5 MHz genutzt.

Für beide Übertragungsverfahren und beide Übertragungsrichtungen werden die Signale mehrerer Teilnehmerstationen MS gleichzeitig in einem Frequenzband FB1, FB2, FB3 übertragen, wobei eine Unterscheidung anhand von individuellen Spreizkodes erfolgt. Es wird folglich ein CDMA (code division multiple access) Teilnehmerseparierungsverfahren eingesetzt, das einfache Anpassung der Datenrate einer Verbindung zwischen Basisstation BS und Teilnehmerstation MS durch Zuordnung eines oder mehrerer Spreizkodes oder Änderung des Spreizfaktors ermöglicht.

Beim TDD-Übertragungsverfahren folgt dem Umschaltpunkt ein Zeitintervall, der von den Teilnehmerstationen MS willkürlich als Zugriffskanal für eine Anforderung einer Ressourcenzuteilung genutzt wird. Im Aufwärtsrichtung UL kommt eine burstartige Übertragung in Zeitschlitz zum Einsatz, wobei ein von einer Teilnehmerstation MS gesendeter Funkblock jeweils eine Kanalmeßsequenz (Mittambel) in mitten zweier Datenanteile da umfaßt. Zwischen den Funkblöcken sind Übertragungspausen als Schutzabstände zur besseren Trennbarkeit der empfangenen Signale vorgesehen. In Abwärtsrichtung DL liegt eine kontinuierliche Übertragung vor.



Beim FDD-Übertragungsverfahren sind Auf- und Abwärtsrichtung UL, DL gleichartig und entsprechend der Abwärtsrichtung DL des TDD-Übertragungsverfahrens strukturiert. Während einer  
5 kontinuierlichen Übertragung wechseln sich zyklisch Kanalmeßsequenzen (Pilotsignale)  $m_a$  und Datenanteile  $d_a$  ab.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl im FDD- als auch im TDD-Modus eingesetzt werden. Voraussetzung für die Frequenzsynchronisation ist die Messung der Phasendifferenz von  
10 zwei Meßsequenzen, deren zeitlicher Abstand in der Teilnehmerstation MS bekannt ist. Aus  $\Delta f = \Delta \varphi / \Delta t$  läßt sich eine Frequenzabweichung ermitteln, die zur Nachregelung einer Frequenznormalen der Teilnehmerstation MS dient.

15 Für den Meßbereich und die Meßgenauigkeit sind jedoch die Abstände  $\Delta t$  (entspricht  $\Delta t$  in obiger Formel) zwischen den Meßsequenzen zu beachten. Beim GSM-Mobilfunksystem beträgt der Abstand der Mittambeln als Kanalmeßsequenzen ca. 577  $\mu s$ .  
20 Der Meßbereich für die Frequenzabweichung beträgt somit ca.  $\pm 877$  Hz. Dies entspricht bei einer Trägerfrequenz von ca. 900 MHz einem zulässigen Frequenzfehler von etwa  $\pm 10^{-6}$ . Bei größeren Abweichung treten Mehrdeutigkeiten auf.

25 Auch bei anderen Funk-Kommunikationssystemen beträgt der Abstand der Kanalmeßsequenzen üblicherweise zwischen 400 und 700  $\mu s$  (z.B. bei UMTS 625  $\mu s$ ). Bei 625  $\mu s$  ergibt sich ein Meßbereich von ca.  $\pm 800$  Hz. Für eine Trägerfrequenz von ca. 2 GHz ergibt sich ein zulässiger Frequenzfehler von etwa  
30  $\pm 0,4 \cdot 10^{-6}$  für eine eindeutige Messung.

Durch das häufige Aussenden der Kanalmeßsequenzen sind pro Sekunde sehr viele Messungen möglich. Damit läßt sich eine entsprechend hohe Meßgenauigkeit erzielen. Für eine Teil-  
35 nehmerstation MS ist es für eine Anfangssynchronisation im Sinne einer Iteration vorteilhaft, zuerst aufeinanderfolgende Meßsequenzen auszuwerten, um einen großen Meßbereich mit ein-

deutiger Messung zu erreichen, und dann nicht aufeinanderfolgende Meßsequenzen auszuwerten, um innerhalb kleinerer Meßbereiche eine höhere Meßgenauigkeit zu erzielen. Bei einer später zyklisch wiederholten Synchronisation kann sofort mit  
5 einem kleineren Meßbereich begonnen werden.

Für die Bestimmung der Phasendifferenz aus zwei Meßsequenzen wurden bisher die Meßsequenzen mit den Kanalmeßsequenzen (Mittambeln oder Pilotsignalen) gleichgesetzt. Es ist jedoch  
10 auch möglich, eigene Phasenmeßsequenzen allein oder in Kombination mit Kanalmeßsequenzen einzusetzen. Die Fig 4 und 5 zeigen dafür Beispiele.

Dies kann z.B. dann vorteilhaft sein, wenn ein größerer Meßbereich für die Frequenzabweichung gebracht wird. Hierzu  
15 werden in einem Kanal Meßsequenzen zur Phasendifferenzmessung eingefügt. In Fig 4 ist ein Funkblock gezeigt, der in zwei datentragende Teile da eine eingebettet Mittambel ma zeigt. Zu Beginn und Ende des Funkblock sind zusätzliche Meßsequenzen  
20 angeordnet. Die Position und Anzahl der Meßsequenzen, kann auch davon abweichen, abhängig von den Erfordernissen für Meßbereich und Auflösung.

Für die Messung der Phasendifferenz werden nach Fig 3 allein  
25 die eingefügten Meßsequenzen verwendet. Eine weitere Ausgestaltung sieht vor, daß für die Messung der Phasendifferenz Teilsequenzen der Kanalmeßsequenzen benutzt werden. Auch die Messung der Phasendifferenz zwischen Kanalmeßsequenzen und zusätzlichen Meßsequenzen ist möglich.

30 In Fig 4 ist das Einbringen der Meßsequenzen in Signale einer kontinuierlichen Übertragung gezeigt. Zwischen den Kanalmeßsequenzen ma ist ein datentragender Abschnitt da ohne Sendepause angeordnet, wobei die zusätzlichen Meßsequenzen zu  
35 Beginn und Ende dieses datentragenden Abschnitts da angeordnet sind.

In einer Teilnehmerstation MS nach Fig 6 werden Empfangssignale über eine Antenne empfangen und in einer Empfangseinrichtung verstärkt, ins Basisband übertragen und digitalisiert. Das digitalisierte Basisbandsignal mit seinen Quadraturkomponenten wird zum einen direkt und zum anderen, um den zeitlichen Abstand  $\Delta t$  der Meßsequenzen verzögert, über ein Verzögerungsglied DD auf einen Differenzbildner D geführt.

Es werden in dem Differenzbildner D die komplexen Differenzen der beiden Signale gebildet, wobei innerhalb der Meßsequenzen erst dann die Differenz bestimmt wird, wenn der Einfluß der Mehrwegeausbreitung abgeklungen ist. Diese Phasendifferenz wird in einer Steuereinrichtung SE nachbearbeitet und mit Hilfe eines Tiefpasses geglättet.

15

Aus dem durch die Glättung ermittelten Mittelwert für die Phasendifferenz wird über eine Tabelle eine Frequenzabweichung bestimmt und entsprechend einer Abstimmsteilheit eine Nachsteuerspannung für einen Takt- und Frequenzgeber MC bestimmt. Damit wird die Frequenznormale des Takt- und Frequenzgeber MC nachgeregelt. Der des Takt- und Frequenzgeber MC entspricht einer Regeleinrichtung. Statt dem Differenzbildner D in Form einer Subtraktionsschaltung D kann auch eine Anordnung zur direkten Bestimmung der Phasendifferenzen eingesetzt werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Frequenzsynchronisation von Teilnehmerstationen (MS) eines Funk-Kommunikationssystems,  
5 bei dem eine Teilnehmerstation (MS)
  - über eine Funkschnittstelle mit einer Basisstation (BS) verbunden ist,
  - zumindest zwei getrennte Meßsequenzen der Basisstation (BS) empfängt und auswertet, wobei die Teilnehmerstation  
10 (MS) den zeitlichen Abstand der zwei Meßsequenzen kennt,
  - eine Phasendifferenz zwischen den zwei Meßsequenzen bestimmt,
  - aus der Phasendifferenz eine Frequenzabweichung ermittelt,
  - basierend auf der Frequenzabweichung eine Frequenznormale  
15 nachregelt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem die Meßsequenzen Mittambeln oder Teile von Mittambeln innerhalb Funkblöcken entsprechen, wobei die Mittambeln zur Kanalschätzung vorgesehen sind.  
20
3. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Meßsequenzen zusätzlich zu Mittambeln gesendet werden.
- 25 4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Phasendifferenz zwischen aufeinanderfolgenden Meßsequenzen bestimmt werden.
- 30 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem die Phasendifferenz zwischen nicht aufeinanderfolgenden Meßsequenzen bestimmt werden.
6. Verfahren nach den Ansprüchen 4 und 5, bei dem für eine Frequenzsynchronisation zuerst das Verfahren nach  
35 Anspruch 4 und darauf das Verfahren nach Anspruch 5 durchgeführt wird.

7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem für eine funkblockartige Übertragung die Meßsequenzen zu Beginn und Ende des Funkblocks angeordnet sind.

5 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem für eine kontinuierliche Übertragung die Meßsequenzen zu Beginn und Ende eines datentragenden Abschnitts angeordnet sind.

10 9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem der Beginn der Meßsequenzen für die Phasendifferenzbestimmung nicht berücksichtigt wird, sondern erst die Teile der Meßsequenzen, die nach Ablauf einer Umweglaufzeit eintreffen.

15 10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die bestimmten Phasendifferenzen vor der Ermittlung der Frequenzabweichung gemittelt werden.

20 11. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Frequenzsynchronisation nach einem iterativen Verfahren erfolgt.

25 12. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, bei dem die Funkschnittstelle nach einem TDD-Übertragungsverfahren mit TD-CDMA-Teilnehmerseparierung organisiert ist.

13. Teilnehmerstation (MS)

mit einer Empfangseinrichtung (EE) zum Empfangen von Signalen einer Basisstation (BS) über eine Funkschnittstelle,

30 mit einem Differenzbildner (D) zur Auswertung von zwei getrennten, in den Signalen der Basisstation (BS) übertragenen Meßsequenzen, und zum Ermitteln einer Phasendifferenz zwischen den zwei Meßsequenzen,

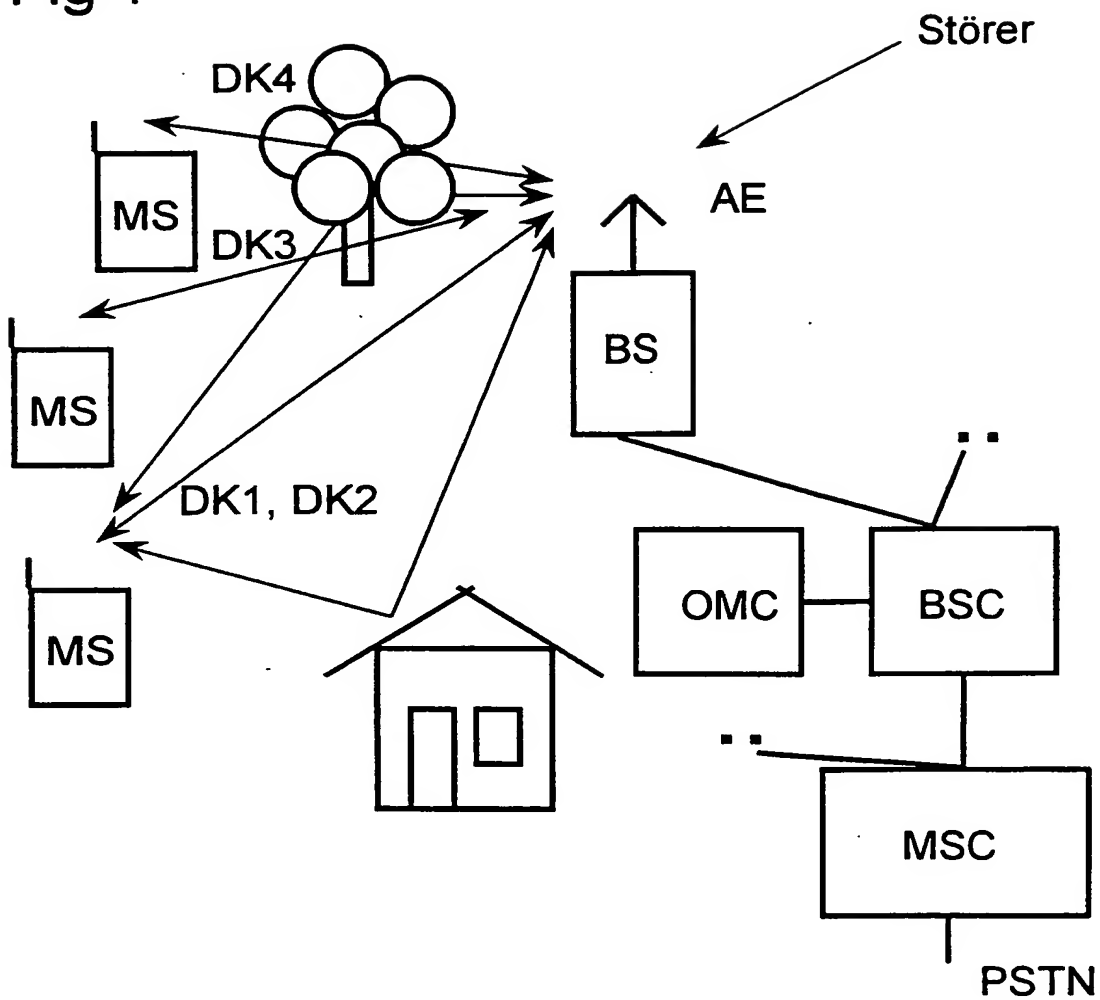
mit einer Steuereinrichtung (SE) zum Ermitteln einer Frequenzabweichung aus der Phasendifferenz unter Kenntnis des zeitlichen Abstands der zwei Meßsequenzen, und

35

mit einer Regeleinrichtung zum Nachregeln einer Frequenznormalen basierend auf der Frequenzabweichung.

1/4

Fig 1

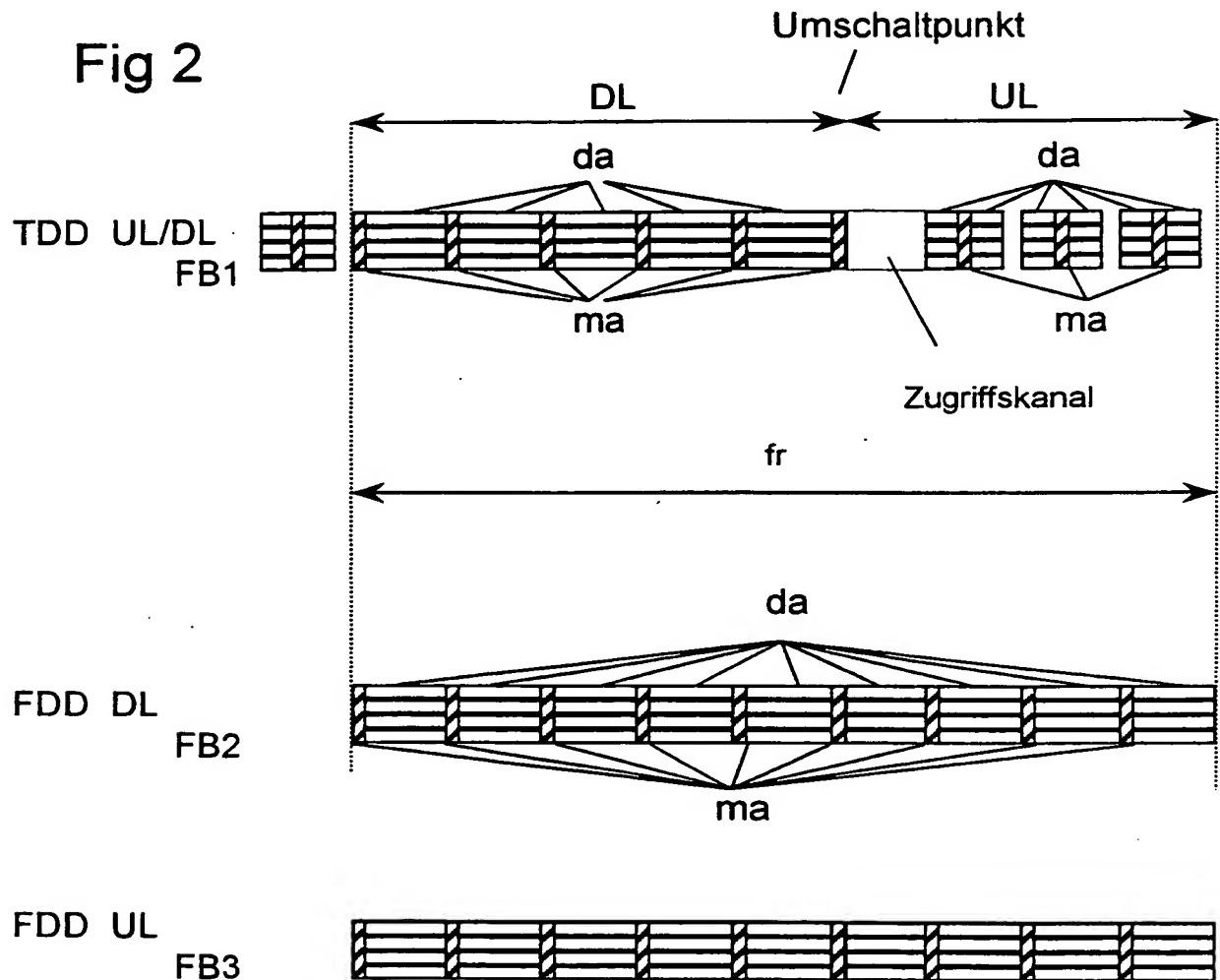


This Page Blank (uspto)



2/4

Fig 2



*This Page Blank (uspto)*

3/4

Fig 3

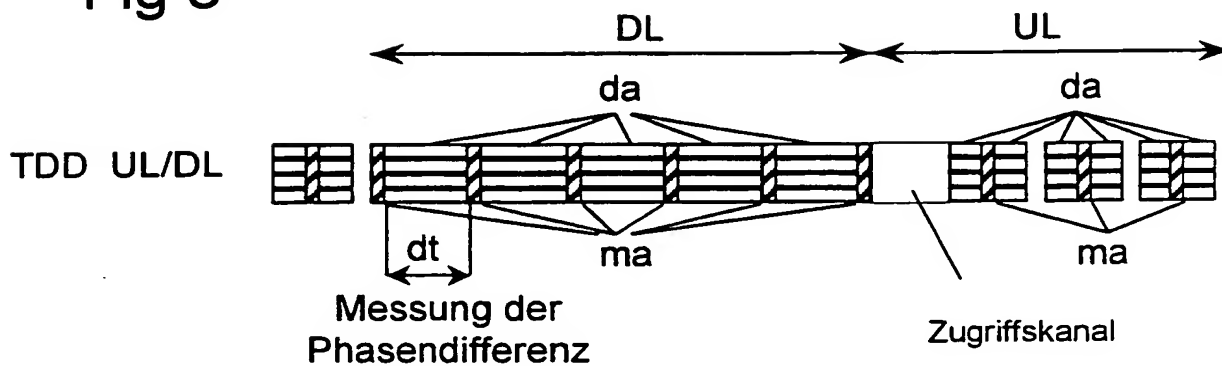


Fig 4

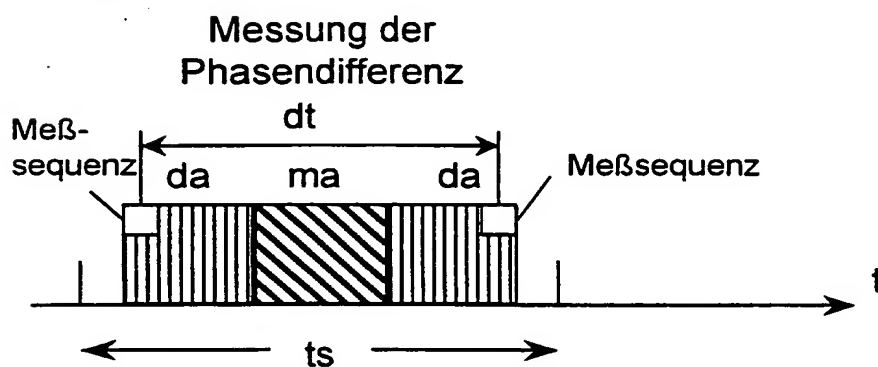
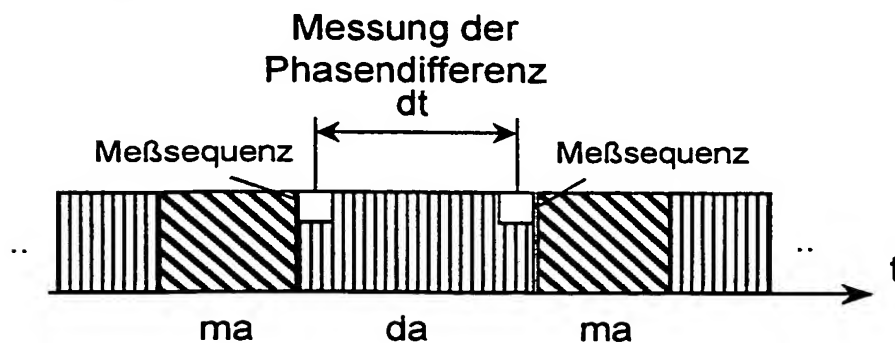
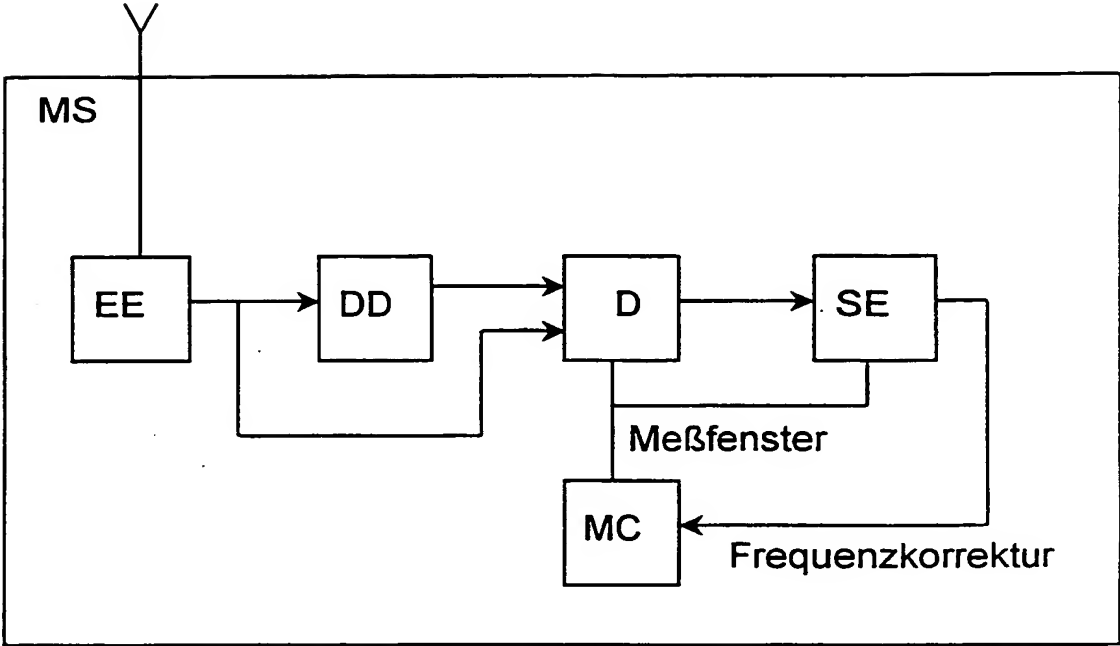


Fig 5



*This Page Blank (uspto)*

Fig 6



*This Page Blank (uspto)*

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 00/01231

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
 IPC 7 H04B7/26 H04L27/227

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04B H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 526 833 A (NIPPON ELECTRIC CO) 10 February 1993 (1993-02-10) abstract page 3, line 16-18 page 5, line 53 -page 6, line 24 page 7, line 30-54 figure 5 claims	1,4,13
A	EP 0 896 429 A (DEUTSCHE TELEKOM AG) 10 February 1999 (1999-02-10) abstract column 3, line 41 -column 5, line 46 figures 1,2 claims	1-13

-/-

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*8\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 September 2000

Date of mailing of the international search report

18/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Dejonghe, O

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/DE 00/01231

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 544 155 A (MEGE PHILIPPE ET AL) 6 August 1996 (1996-08-06) abstract column 2, line 46 -column 3, line 60 column 5, line 33-56 column 8, line 4-26 claims	1-13
A	US 5 343 497 A (CANOSI CLAUDIO ET AL) 30 August 1994 (1994-08-30) the whole document	1-13



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inform. on dependent family members

International Publication No

PCT/DE 00/01231

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0526833 A	10-02-1993	JP 2993541 B	20-12-1999
		JP 5244210 A	21-09-1993
		JP 5037511 A	12-02-1993
		JP 2913919 B	28-06-1999
		JP 5037576 A	12-02-1993
		JP 5167630 A	02-07-1993
		AU 656098 B	19-01-1995
		AU 2066392 A	04-02-1993
		CA 2074889 A,C	31-01-1993
		DE 69224687 D	16-04-1998
		DE 69224687 T	02-07-1998
		EP 0750411 A	27-12-1996
		US 5276710 A	04-01-1994
EP 0896429 A	10-02-1999	DE 19734197 C	21-01-1999
US 5544155 A	06-08-1996	FR 2706709 A	23-12-1994
		AT 179038 T	15-04-1999
		CA 2125831 A	17-12-1994
		DE 69417803 D	20-05-1999
		DE 69417803 T	18-11-1999
		EP 0630120 A	21-12-1994
		ES 2131648 T	01-08-1999
		FI 942831 A	17-12-1994
		GR 3030478 T	29-10-1999
		JP 7050651 A	21-02-1995
US 5343497 A	30-08-1994	IT 1236978 B	12-05-1993
		DE 69008866 D	16-06-1994
		DE 69008866 T	15-12-1994
		EP 0506803 A	07-10-1992
		WO 9110305 A	11-07-1991

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

### A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04B7/26 H04L27/227

**Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK**

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

**Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)**

IPK 7 H04B H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

**EP0-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC**

### C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>EP 0 526 833 A (NIPPON ELECTRIC CO)  10. Februar 1993 (1993-02-10)  Zusammenfassung  Seite 3, Zeile 16-18  Seite 5, Zeile 53 -Seite 6, Zeile 24  Seite 7, Zeile 30-54  Abbildung 5  Ansprüche</p>	1,4,13
A	<p>EP 0 896 429 A (DEUTSCHE TELEKOM AG)  10. Februar 1999 (1999-02-10)  Zusammenfassung  Spalte 3, Zeile 41 -Spalte 5, Zeile 46  Abbildungen 1,2  Ansprüche</p>	1-13

-/-

**X** Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

**X** Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

**"A"** Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

**\*E\*** älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

**"O"** Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

† Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

**Y\*** Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

**"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist**

**Datum des Abschlusses der internationalen Recherche**

## 8. September 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

18/09/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3018

Bevollmächtigter Bediensteter

Dejonghe, 0

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 544 155 A (MEGE PHILIPPE ET AL) 6. August 1996 (1996-08-06) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 46 -Spalte 3, Zeile 60 Spalte 5, Zeile 33-56 Spalte 8, Zeile 4-26 Ansprüche	1-13
A	US 5 343 497 A (CANOSI CLAUDIO ET AL) 30. August 1994 (1994-08-30) das ganze Dokument	1-13

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die der Patentfamilie gehören

Internationale Patentnummer

PCT/DE 00/01231

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0526833 A	10-02-1993	JP 2993541 B	20-12-1999
		JP 5244210 A	21-09-1993
		JP 5037511 A	12-02-1993
		JP 2913919 B	28-06-1999
		JP 5037576 A	12-02-1993
		JP 5167630 A	02-07-1993
		AU 656098 B	19-01-1995
		AU 2066392 A	04-02-1993
		CA 2074889 A,C	31-01-1993
		DE 69224687 D	16-04-1998
		DE 69224687 T	02-07-1998
		EP 0750411 A	27-12-1996
		US 5276710 A	04-01-1994
EP 0896429 A	10-02-1999	DE 19734197 C	21-01-1999
US 5544155 A	06-08-1996	FR 2706709 A	23-12-1994
		AT 179038 T	15-04-1999
		CA 2125831 A	17-12-1994
		DE 69417803 D	20-05-1999
		DE 69417803 T	18-11-1999
		EP 0630120 A	21-12-1994
		ES 2131648 T	01-08-1999
		FI 942831 A	17-12-1994
		GR 3030478 T	29-10-1999
		JP 7050651 A	21-02-1995
US 5343497 A	30-08-1994	IT 1236978 B	12-05-1993
		DE 69008866 D	16-06-1994
		DE 69008866 T	15-12-1994
		EP 0506803 A	07-10-1992
		WO 9110305 A	11-07-1991

*This Page Blank (uspto)*